

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

FIBER RAMAN LASER

Patent Number: JP59165488
Publication date: 1984-09-18
Inventor(s): AOKI TAKAHIRO
Applicant(s):: NIPPON DENKI KK
Requested Patent: ☐ JP59165488
Application Number: JP19830039858 19830310
Priority Number(s):
IPC Classification: H01S3/30 ; H01S3/094
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE:To obtain a fiber Raman laser which has a simple structure and can readily alter its output wavelength by compensating the group delay time difference between a pumping optical pulse generated from the first optical fiber and an induced Raman optical pulse by the second optical fiber.

CONSTITUTION:An optical fiber of a fiber Raman laser which has an optical fiber for generating an induced Raman light, a pumping pulse laser source 1 of the optical fiber, and a pair of induced Raman light reflecting mirrors 4 disposed at both ends of the optical fiber is composed of the first optical fiber 2 having the first zero dispersion wavelength and the second optical fiber 6 having the second zero dispersion wavelength, connected in cascade thereto. The wavelength of the source 1 is between the first zero dispersion wavelength and the second zero dispersion wavelength, and the second optical fiber 6 has an induced Raman light pulse generated in the Raman gain band of the first optical fiber 2 and a length for compensating the group delay time difference between the pumping optical pulses.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—165488

⑪ Int. Cl.³

H 01 S 3/30

3/094

識別記号

庁内整理番号

6370—5 F

6370—5 F

⑬ 公開 昭和59年(1984)9月18日

発明の数 1

審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ ファイバランレーザ

東京都港区芝五丁目33番1号日
本電気株式会社内

⑮ 特 願 昭58—39858

⑯ 出 願 人 日本電気株式会社

⑰ 出 願 昭58(1983)3月10日

東京都港区芝5丁目33番1号

⑱ 発 明 者 青木恭弘

⑲ 代 理 人 弁理士 内原晋

明 細 書

発明の名称 ファイバランレーザ

特許請求の範囲

誘導ラマン光発生用の光ファイバと、該光ファイバのポンピング用パルスレーザ光源と、該光ファイバの両端にかかれた一対の誘導ラマン光用反射鏡よりなるファイバランレーザにおいて、該光ファイバは、第1の零分散波長を有する第1の光ファイバと、第2の零分散波長を有する第2の光ファイバが縦続接続されたもので、かつ、該ポンピング用パルスレーザ光源の波長が該第1の零分散波長と該第2の零分散波長の値の間にあり、かつ、該第2の光ファイバは該第1の光ファイバのラマン利得帯域内で発生した誘導ラマン光パルスと、ポンピング光パルス間の群遅延時間差を補償する長さを有することを特徴とするファイバランレーザ。

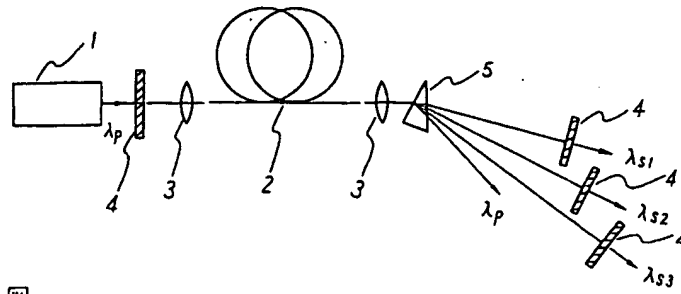
発明の詳細な説明

本発明は、ファイバランレーザ、さらに詳しくは、共振器型パルス光励起ファイバランレーザに関するものである。ファイバランレーザは、ポンピング光として強力なレーザ光を光ファイバに入射させ、光ファイバ中の誘導ラマン効果によってポンピング光と波長の異なるレーザ光を発生させるレーザである。

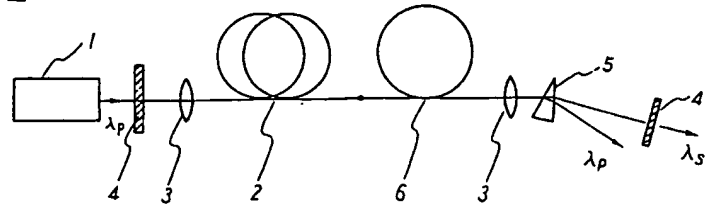
ポンピング光がパルス光である場合、ファイバランレーザでは、特に光ファイバの分散が問題となる。何故ならば、分散効果によって、光ファイバを伝搬中に波長の異なるポンピング光パルスと誘導ラマン光パルスの間に群遅延時間差を生じ、光パルス間の時間的な重なりが失われ誘導ラマン光パルスを高効率に発生できなくなるからである。

第1図は、従来の共振器型パルス光励起ファイバランレーザの構成例である。1はポンピング用パルスレーザ光源、2は光ファイバ、3はレンズ、4は誘導ラマン光用反射鏡、5はプリズムで

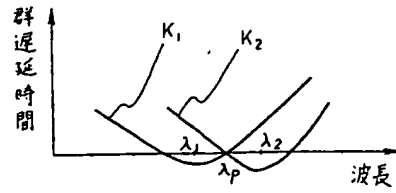
第 1 図



第 2 図



第 3 図



⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—165488

⑤ Int. Cl.³
H 01 S 3/30
3/094

識別記号

庁内整理番号
6370—5F
6370—5F

⑬ 公開 昭和59年(1984)9月18日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ ファイバランレーザ

東京都港区芝五丁目33番1号日
本電気株式会社内

⑮ 特 願 昭58—39858

⑯ 出 願 人 日本電気株式会社

⑰ 出 願 昭58(1983)3月10日

東京都港区芝5丁目33番1号

⑱ 発 明 者 青木恭弘

⑲ 代 理 人 弁理士 内原晋

明 細 書

発明の名称 ファイバランレーザ

特許請求の範囲

誘導ラマン光発生用の光ファイバと、該光ファイバのポンピング用パルスレーザ光源と、該光ファイバの両端におかれた一対の誘導ラマン光用反射鏡よりなるファイバランレーザにおいて、該光ファイバは、第1の零分散波長を有する第1の光ファイバと、第2の零分散波長を有する第2の光ファイバが縦続接続されたもので、かつ、該ポンピング用パルスレーザ光源の波長が該第1の零分散波長と該第2の零分散波長の値の間にあり、かつ、該第2の光ファイバは該第1の光ファイバのラマン利得帯域内で発生した誘導ラマン光パルスと、ポンピング光パルス間の群遅延時間差を補償する長さを有することを特徴とするファイバランレーザ。

発明の詳細な説明

本発明は、ファイバランレーザ、さらに詳しくは、共振器型パルス光励起ファイバランレーザに関するものである。ファイバランレーザは、ポンピング光として強力なレーザ光を光ファイバに入射させ、光ファイバ中の誘導ラマン効果によってポンピング光と波長の異なったレーザ光を発生させるレーザである。

ポンピング光がパルス光である場合、ファイバランレーザでは、特に光ファイバの分散が問題となる。何故ならば、分散効果によって、光ファイバを伝搬中に波長の異なるポンピング光パルスと誘導ラマン光パルスの間に群遅延時間差を生じ、光パルス間の時間的な重なりが失われ誘導ラマン光パルスを高効率に発生できなくなるからである。

第1図は、従来の共振器型パルス光励起ファイバランレーザの構成例である。1はポンピング用パルスレーザ光源、2は光ファイバ、3はレンズ、4は誘導ラマン光用反射鏡、5はプリズムで

ある。 $\lambda_p, \lambda_{si} (i=1, 2, \dots)$ はそれぞれポンピング光パルスおよび発生する誘導ラマン光パルスの波長を示している。ここで添字 i は光ファイバのラマン利得帯域内で発生する波長の異なる誘導ラマン光パルスの波長を表わしている。第

第1図の例では、ポンピング光パルスと誘導ラマン光パルスをプリズムで分離して、各々の波長において光ファイバを伝送中に生じた群遅延時間差だけレーザ共振器の光路長に差を設けることにより、ポンピング光パルスと誘導ラマン光パルスを同期させている。

しかしながら、第1図の従来のような方法は、異なる波長の誘導ラマン光パルスを得るためには何枚もの反射鏡を必要とし、構成が煩雑になるという欠点を有する。

さらに、出力波長を変える場合、プリズムを回転させ、しかも共振器長を変えるために反射鏡の位置を動かさねばならず、調整が難しいという欠点も有していた。

本発明の目的は、上記の欠点をなくし、構成が

第2図は、本発明の一実施例の構成を示したものである。6は第2の光ファイバであり、前記第1の光ファイバ2とは零分散波長が異なり、第1の光ファイバ2と縦続接続されている。他の構成要素は、従来例と同じものである。

本発明は、ポンピング光パルスと誘導ラマン光パルスの間の第1の光ファイバ2によって生じた群遅延時間差を、従来のように、反射鏡の位置を動かして補償するのではなく、第2の光ファイバ6によって補償するものである。

第3図は、本発明の原理を説明するための図で光ファイバの群遅延時間の波長依存性を示す図である。図において K_1 は第1の光ファイバによって生じた群遅延時間を示し、 K_2 は第2の光ファイバによって生じた群遅延時間を示している。ここで、 λ_p はポンピング光パルスの波長、 λ_1, λ_2 はそれぞれ第1の光ファイバ2、および第2の光ファイバ6の零分散波長である。

周知のごとく、光ファイバは零分散波長よりも短波長側では正常分散、長波長側では異常分散を

簡単で、しかも容易に出力波長を可変にできる共振器型パルス光励起のファイバラマンレーザを提供することにある。

本発明によれば、誘導ラマン光発生用の光ファイバと、該光ファイバのポンピング用パルスレーザ光源と、該光ファイバの両端におかれた一対の誘導ラマン光用反射鏡よりなるファイバラマンレーザにおいて、該光ファイバは、第1の零分散波長を有する第1の光ファイバと、第2の零分散波長を有する第2の光ファイバが縦続接続されたもので、かつ、該ポンピング用パルスレーザ光源の波長が、該第1の零分散波長と該第2の零分散波長の値の間にあり、かつ、該第2の光ファイバは該第1の光ファイバのラマン利得帯域内で発生した誘導ラマン光パルスと、ポンピング光パルス間の群遅延時間差を補償する長さを有することを特徴とするファイバラマンレーザが得られる。

次に、本発明による共振器型パルス光励起ファイバラマンレーザについて図面を参照して詳細に説明する。

示し、 λ_p を基準にしたときの、それぞれ第1の光ファイバ2、第2の光ファイバ6の中で生ずる群遅延時間は第3図に示したようになる。

すなわち、 $\lambda_1 < \lambda_p$ の場合には、 $\lambda_2 > \lambda_p$ である適当な長さの第2の光ファイバ6によって、第1の光ファイバ2によって生じた群遅延時間差をラマン利得帯域内においてほとんどなくすることができる。 $\lambda_1 > \lambda_p$ の場合には、容易に類推できるように、 $\lambda_2 < \lambda_p$ であるような第2の光ファイバ6を用意すればよい。

群遅延時間は光ファイバの長さに比例するので、第2の光ファイバの長さを適当に選べば、いずれにしろ、第1の光ファイバ2の中で生じた群遅延時間を補償できる第2の光ファイバ6を選択することが可能である。

光ファイバの零分散波長は、たとえば、1979年7月19日発行のエレクトロニクス・レターズ (Electronics Letters) 第15巻、第474~476頁所載のギャンプリング氏 (W. A. GAMBLING) らの論文によれば、不純物の種類、不純物の濃度、

コアの直径、あるいは比屈折率差を制御することによって $1.3\mu\text{m}$ ～ $1.7\mu\text{m}$ の波長域のいずれの箇所にも変えることができる。

具体的には、ポンピング用パルスレーザ光源1として、パルス幅 100ps の $1.34\mu\text{m}$ モード同期Nd:YAGレーザを、第1の光ファイバ2は、零分散波長が $1.29\mu\text{m}$ で約200mの長さの単一モード光ファイバ、第2の光ファイバ6は、零分散波長 $1.39\mu\text{m}$ で約250mの長さの単一モード光ファイバを用いている。この構成でラマン利得帯域内である $1.34\mu\text{m}$ から $1.43\mu\text{m}$ の波長域において、プリズム5を回転させることによって、簡単に出力の波長を変えられるファイバラマンレーザが得られる。

本実施例では、約200mの長さの第1の光ファイバ2で生じた $1.34\mu\text{m}$ のポンピング光パルスと $1.43\mu\text{m}$ の誘導ラマン光パルス光の間の群遅延時間差約 100ps を第2の光ファイバ6によって数 10ps 以内に抑えている。

第2の光ファイバを用いることの他の利点は、

高出力色素レーザやカラーセンターレーザ^{（その他の固体レーザ）}を用いてもよい。さらに、プリズム5の代わりにエタロンないしはグレーティング等の波長選択素子を用いてもよい。

以上述べたごとく、本発明によれば、第1の光ファイバで生じたポンピング光パルスと誘導ラマン光パルスの間の群遅延時間差を、第2の光ファイバで補償することによって、構成が簡単でかつ容易に出力波長を変えらることのできる共振器型パルス光励起ファイバラマンレーザが得られる。

図面の簡単な説明

第1図は、従来の構成の一例を示す図である。

第2図は、本発明による一実施例を示す図である。

第3図は、第2図の例において用いた光ファイバの群遅延時間の波長依存性を示す図である。

尚、図において、

1…ポンピング用パルスレーザ光源

2…第1の光ファイバ

低励起入力化できることである。すなわち、誘導ラマン利得は、光ファイバ長が長くなれば、大きくなるので、誘導ラマン利得媒質である第2の光ファイバを付け加えることにより、それだけ高効率に誘導ラマン光パルスが発生するからである。

さらに、本実施例において、プリズム5を取り除けば、誘導ラマン利得帯域内である $1.34\mu\text{m}$ から $1.43\mu\text{m}$ において連続したスペクトルの出力が得られるという特徴もある。

上記においては、本発明の一実施例について説明したが、本発明の目的を逸脱することなく、構成要素の各種の置換変形等が可能であることはもちろんである。

例えば、本発明では、ファブリペロ共振器構成を用いているが、リング共振器構成にしてもよい。ファブリペロ共振器構成では、共振器一往復に対し光ファイバへ入力するための結合箇所は2カ所であるが、リング共振器構成にすれば、結合箇所は1カ所となるので結合損失は半分で済むという利点を有する。また、ポンピング光源1として、

3…レンズ

4…誘導ラマン光用反射鏡

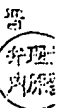
5…プリズム

6…第2の光ファイバ

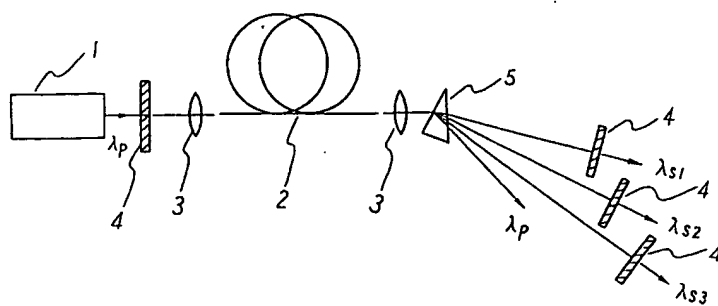
K_1 …第1の光ファイバによって生じた群遅延時間

K_2 …第2の光ファイバによって生じた群遅延時間である。

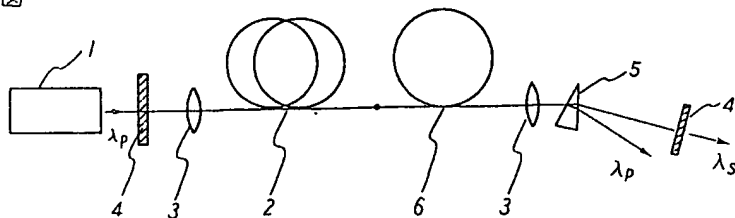
代理人 弁理士 内原



第 1 図



第 2 図



第 3 図

